

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KACA PADA BETON TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT LENTUR DAN ABSORBSI

Sigit Prasetyo Indra Wijaya, Aliem Sudjatkiko
Program Studi Teknik Sipil , Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Dalam era kemajuan konstruksi yang terus berlangsung, penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan beton dengan karakteristik yang lebih unggul. Fokus utamanya adalah meningkatkan kualitas, kekuatan, dan efisiensi penggunaan beton dalam proyek konstruksi. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah penambahan bahan tambahan untuk meningkatkan sifat mekanis beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penggunaan serbuk kaca sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton, dengan variasi presentase penambahan serbuk kaca sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, dengan umur beton yang ditetapkan pada 28 hari. Pada setiap variasi tersebut, tiga benda uji dibuat berupa kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm dan balok dengan dimensi 60 x 15 x 15 cm. Pengujian dilakukan untuk mengukur kuat tekan, kekuatan lentur, dan absorpsi beton. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kaca sebesar 0% sebesar 30,22 MPa, 5% sebesar 32,15 Mpa, 10% sebesar 32,89 MPa, dan 15% sebesar 21,33 MPa. Hasil kekuatan lentur beton dengan penambahan serbuk kaca sebesar 0% adalah 4,80 MPa, 5% sebesar 4,89 MPa, 10% sebesar 4,91 MPa, dan 15% sebesar 4,98 MPa. Sedangkan absorpsi beton dengan penambahan serbuk kaca sebesar 0% adalah 2,26%, 5% sebesar 2,21%, 10% sebesar 1,96%, dan 15% sebesar 1,55%.

Kata kunci: beton, daya serap air, kuat lentur, kuat tekan, limbah *serbuk kaca*.

Abstract

In an era of continuing construction progress, research continues to develop concrete with superior characteristics. The main focus is to improve the quality, strength, and efficiency of the use of concrete in construction projects. One of the approaches used is the addition of additional materials to enhance the mechanical properties of concrete. The aim of this study was to analyze the use of glass powder as an additive material in concrete manufacturing, with variations in the presentation of the supplementation of glass Powder of 0%, 5%, 10%, and 15%, with the life of concrete set at 28 days. In each of these variations, the three test objects were made of a cube with dimensions of 15 x 15 X 15 cm and a beam with dimensions of 60 x 15 x 15 cm. Tests are carried out to measure strong pressure, sliding strength, and concrete absorption. Based on the results of the study, a strong value of concrete pressure was obtained with the addition of glass powder at 0% of 30.22 MPa, 5% of 32.15 MPa, 10% of 32.89 MPa, and 15% of 21.33 MPa. The resulting sliding strength of concrete with the addition of 0% glass powder is 4.80 MPa, 5% of 4.89 MPa, 10% of 4.91 MPa, and 15% of 4.98 MPa. While the absorption of concrete with the addition of glass powder at 0% is 2.26%, 5% is 2.21%, 10% is 1.96%, and 15% is 1.55%,

Keywords: compressive strength, concrete, flexural strength ,waste glass powder, water absorption.

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, teknologi memiliki pengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan yang terjadi disekitar kita, hal ini mendorong untuk menggunakan segala sesuatu yang dilingkungan kita dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi suatu benda dengan hasil yang lebih baik untuk kegunaan apapun itu. Dalam konteks ini, penelitian menjadi sangat penting, penelitian yang mencakup dibidang apapun itu dengan tujuan memperoleh data, mengoptimalkan dan mengembangkan sesuatu yang ada disekitar agar menjadi pijakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah. Salah satu bidangnya ialah perkembangan pada bidang konstruksi. Dalam rangka memenuhi kebutuhan infrastruktur yang terus berkembang, diperlukan inovasi dan penemuan baru dalam metode pembangunan, penggunaan bahan, serta penerapan teknologi terkini. Penelitian di bidang konstruksi bertujuan untuk mengembangkan solusi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Pekerjaan pembuatan beton ini sendiri berdasarkan jenis pencetakannya terbagi menjadi dua kategori, yaitu beton cast in place yakni beton cetak di tempat yang produksinya secara langsung di lokasi proyek, dan beton pre-cast dimana pembuatannya dilakukan difasilitas produksi pabrik. Kedua metode sendiri pun memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing.

Dalam pengerjaan beton sendiripun banyak mengalami kemajuan seperti material yang ditambahkan pada campuran utama yang dengan tujuan untuk hasil kinerja yang lebih baik, dengan begitu perlu dikaji material apa yang akan dimanfaatkan sebagai penambah yang akan digunakan dalam beton. Dengan begitu penambahan material ini untuk membantu memperbaiki sifat-sifat mekanis dari campuran beton dalam pembuatan beton dan untuk mengurangi penggunaan semen atau agregat kasar agar lebih ekonomis dilakukanlah penambahan bahan pembantu.

Dalam penelitian ini bahan pembantu yang akan digunakan adalah serbuk kaca. Serbuk kaca hasil dari ditumbuknya limbah kaca hingga berbentuk halus. Limbah kaca sendiri ini masih sedikit sekali pemanfaatannya, kebanyakan hanya dibuang begitu saja. Berdasarkan pengamatan secara visual bentuk dari kaca yang telah diolah menjadi serbuk kaca sendiri memiliki kemiripan dengan agregat halus, dengan itu diperkirakan dapat meningkatkan kemampuan pada sifat mekanisnya.

2. METODE

Komponen-komponen yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

Semen *Portland*. Semen yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Portland Composite Cement* (PCC) merek Holcim dengan isi perkemasan 40 kg. Keadaan semen harus dalam kondisi yang baik, kemasan semen harus tertutup rapat, tidak terdapat gumpalan-gumpalan, dan layak digunakan.

Agregat Halus. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sungai Gendol, Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Sleman, Yogyakarta.

Agregat Kasar. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Kaliworo, Klaten, Jawa Tengah. Air. Air yang diaplikasikan didalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Air harus dalam kondisi tidak berwarna, tidak berbau, dan dapat digunakan untuk campuran pembuatan benda uji. Limbah *Serbuk kaca*. Limbah *serbuk kaca* yang digunakan sebagai bahan tambah pembuatan beton.



Gambar 1. *Serbuk kaca*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa kubus beton dengan diameter 15 cm dan tingginya 15 cm. Pengujian dilaksanakan setelah kubus beton berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Hasil pengujian yang telah didapatkan tersebut kemudian diterapkan pada persamaan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$P = 710 \text{ kN} = 71000 \text{ kg}$$

$$A = 225 \text{ cm}^2$$

$$= f'c = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{71000 \text{ kg}}{225 \text{ cm}^2}$$

$$= 315,56 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

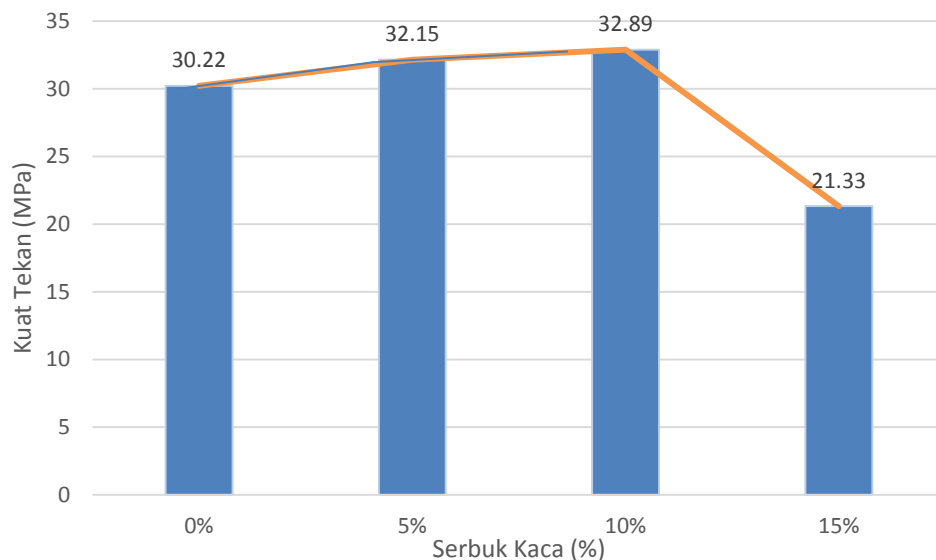
$$= 31,56 \text{ MPa}$$

Untuk seluruh hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan disajikan dalam tabel V.10 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

No	Presentase serbuk Kaca	Beban		$\sigma = P/A$		Rata-rata (Mpa)
		(kN)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Mpa)	
1	0%	610	61000	271,11	27,11	30,22
		710	71000	315,56	31,56	
		720	72000	320,00	32,00	
2	5,00%	710	71000	315,56	31,56	32,15
		720	72000	320,00	32,00	
		740	74000	328,89	32,89	
3	10%	790	79000	351,11	35,11	32,89
		690	69000	306,67	30,67	
		740	74000	328,89	32,89	
4	15,00%	550	55000	244,44	24,44	21,33
		445	44500	197,78	19,78	
		445	44500	197,78	19,78	

Berdasarkan tabel di atas dapat diperlihatkan dalam bentuk grafik hasil pengujian kuat tekan.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus

Berdasarkan pada Tabel 1 di atas, pengujian kuat tekan pada benda uji berupa kubus beton setelah 28 hari dengan presentase (0%) tanpa penambahan limbah *serbuk kaca* menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata nilai 30,22 MPa. Penggunaan limbah *serbuk kaca*

untuk penambahan 5% terhadap berat semen menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 32,15 MPa. Penggunaan limbah *serbuk kaca* untuk penambahan 10% terhadap berat semen menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 32,89 MPa. Dan terakhir untuk penambahan 15% limbah *Serbuk kaca* terhadap berat semen nilai rata-rata kuat tekannya sebesar 21,33 MPa.

Menurut data-data di atas beton dengan penambahan limbah *serbuk kaca* hingga batas tertentu memiliki nilai kuat tekan rata-rata yang tinggi. Dalam pengujian tersebut beton dengan penambahan limbah *serbuk kaca* mengalami kenaikan hingga pada batasnya saat mencapai penambahan 10%, ini mungkin disebabkan oleh penambahan serbuk kaca, yang berfungsi untuk mengisi pori-pori beton yang tersisa dan membuat beton menjadi lebih padat. Dalam penelitian ini, penambahan serbuk kaca optimal adalah 10%. Hal tersebut berarti sebenarnya untuk penambahan limbah *Serbuk kaca* dari berat semen masih memenuhi kriteria untuk campuran adukan beton, tetapi dari 3 variasi penambahan limbah *Serbuk kaca* yang paling optimal adalah penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 10% dari berat semen.

3.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

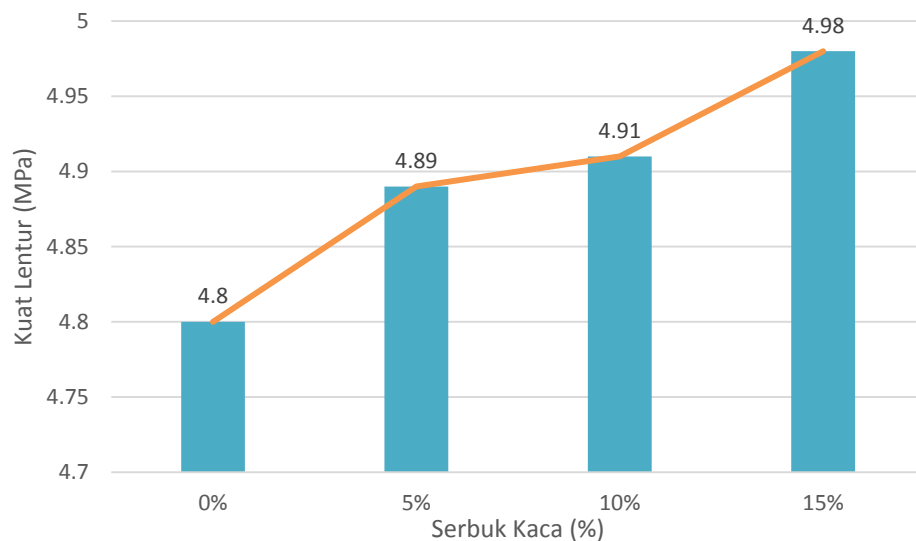
Pada pengujian kuat lentur beton ini menggunakan benda uji berupa balok beton dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm dan dengan masing-masing variasi penambahan limbah *Serbuk kaca*. Pengujian dilakukan saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dengan panjang antar dua tumpuan perletakan 450 mm. Dari hasil pengujian yang telah didapat kemudian diterapkan pada persamaan karena bidang patahnya terletak di daerah pusat sehingga didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= 35 \text{ kN} = 3500 \text{ Kg} \\ \sigma_l &= \frac{P \times L}{b \times h^2} \\ &= \frac{3500 \text{ kg} \times 45 \text{ cm}}{15 \text{ cm} \times (15 \text{ cm})^2} \\ &= 48,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \\ &= 4,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur

No	Presentase Serbuk Kaca	Beban		Panjang 2 Tumpuan	Lebar Balok	Tinggi Balok	Kuat Lentur Benda Uji (28 hari)	Rata-rata
		P						
		(kN)	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(MPa)	(MPa)
1	0%	36	3600	45	15	15	4,80	4,80
		37	3700	45	15	15	4,93	
		35	3500	45	15	15	4,67	
2	5,00%	35	3500	45	15	15	4,67	4,89
		40	4000	45	15	15	5,33	
		35	3500	45	15	15	4,67	
3	10%	35	3500	45	15	15	4,67	4,91
		36,5	3650	45	15	15	4,87	
		39	3900	45	15	15	5,20	
4	15,00%	40	4000	45	15	15	5,33	4,98
		35	3500	45	15	15	4,67	
		37	3700	45	15	15	4,93	

Dari tabel di atas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik hasil pengujian kuat lentur beton.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur

Dilihat dari tabel dan gambar grafik di atas, hasil pengujian kuat lentur pada benda uji dengan umur beton 28 hari dan pada kondisi tanpa menambahkan limbah *serbuk kaca* (0%) menunjukkan rata-rata kuat lenturnya sebesar 4,80 MPa. Untuk benda uji dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 5% dari berat semen menghasilkan nilai rata-rata

kuat tekannya sebesar 4,89 MPa. Selanjutnya untuk benda uji dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 10% terhadap berat semen menghasilkan nilai rata-rata kuat tekannya sebesar 4,91 MPa Terakhir untuk benda uji dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 15% dari berat semen menunjukkan nilai rata-rata kuat lenturnya sebesar 4,98 MPa.

Diketahui dari uraian tersebut menunjukkan bahwa presentase kadar penambahan limbah *Serbuk kaca* yang optimal untuk kuat lentur beton adalah sebanyak 15% dengan menghasilkan nilai kuat lentur rata-ratanya 4,98 MPa.

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata kuat lenturnya cenderung semakin meningkat bersamaan dengan semakin banyaknya presentase penambahan limbah *Serbuk kaca*. Karena *Serbuk kaca* yang mempunyai sifat sebagai bahan pengisi maka akan mengisi pori pori yang masih ada dalam benda uji yang akhirnya akan menjadi lebih padat. Dengan demikian penambahan limbah *Serbuk kaca* dapat sebagai penambah jumlah serat pada beton yang bisa meningkatkan nilai kuat lentur pada beton tersebut dengan catatan harus memperhatikan proses pencampuran (*mixing*) saat menambahkan limbah *Serbuk kaca* agar tidak terjadi penggumpalan dan persebarannya merata.

3.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air (*Absorpsi*)

Pada pengujian daya serap air ini dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa kubus beton dengan tinggi 150 mm dan lebar 150 mm. Pengujian ini dilaksanakan di kolam rendaman Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Lama perendaman yang dilakukan adalah selama kurang lebih 24 jam. Dari hasil pengujian yang telah didapat kemudian diterapkan pada persamaan III.4 sebagai berikut :

$$A = 12355 \text{ gram}$$

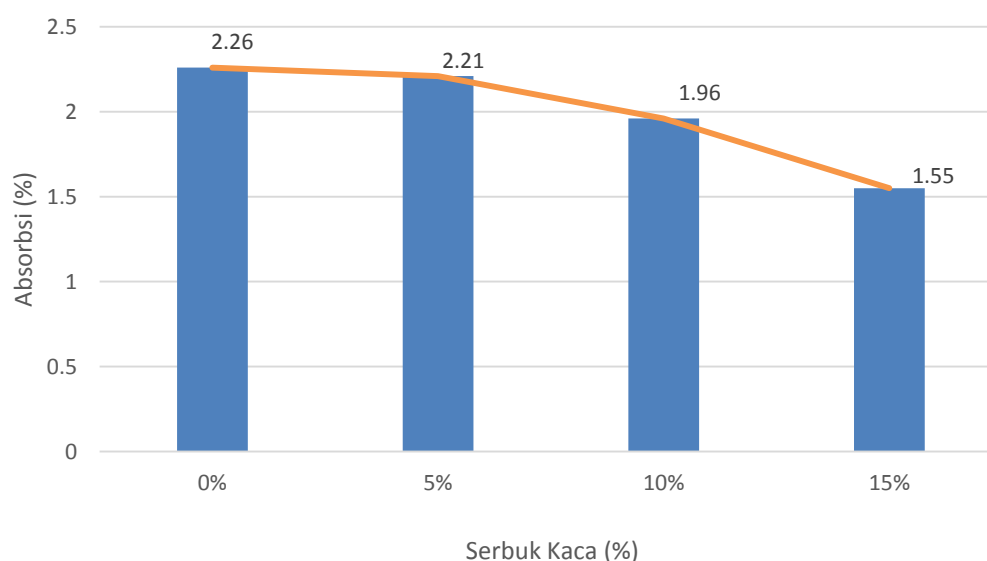
$$B = 7340 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan Air} &= \frac{A - B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{7695 \text{ gram} - 7340 \text{ gram}}{7340 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 4,61 \% \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya Serap Air (*Absorpsi*)

No	Presentase Serbuk Kaca	Berat Kering	Berat Jenuh Air	Selisih Berat	Berat Air	Rata-rata
		(gr)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
1	0%	7340	7695	355	4,61	2,26
		7445	7600	155	2,04	
		7435	7445	10	0,13	
2	5,00%	7595	7680	85	1,11	2,21
		7530	7815	285	3,65	
		7615	7760	145	1,87	
3	10%	7560	7785	225	2,89	1,96
		7550	7680	130	1,69	
		7530	7630	100	1,31	
4	15,00%	7535	7700	165	2,14	1,55
		7605	7670	65	0,85	
		7740	7870	130	1,65	

Hasil dari tabel diatas dapat digambarkan melalui grafik hasil pengujian pengujian daya serap air (*absorpsi*) dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Air (*Absorpsi*)

Dari tabel dan gambar grafik, pengujian daya serap air pada benda uji yang berumur 28 hari menunjukkan bahwa dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 0% dari berat semen, nilai penyerapan air rata-ratanya sebesar 2,26%. Selanjutnya untuk benda uji dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 5% dari berat semen, nilai penyerapan air rata-ratanya sebesar 2,21%. Kemudian untuk benda uji dengan presentase

penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 10% dari berat semen, nilai penyerapan air rata-ratanya sebesar 1,96%. Dan yang terakhir untuk benda uji dengan presentase penambahan limbah *Serbuk kaca* sebanyak 15% dari berat semen, nilai penyerapan air rata-ratanya sebesar 1,55%.

Berdasarkan data yang didapat, terlihat bahwa tingkat penyerapan air pada benda uji mengalami penurunan sejalan dengan penambahan serbuk limbah kaca yang ditambahkan. Fenomena ini terkait dengan pengurangan jumlah pori-pori pada beton, karena sifat serbuk kaca yang mirip sebagai bahan pengisi. Ini juga dapat dilihat dalam peningkatan nilai kuat tekan pada beton dengan penambahan limbah serbuk kaca yang semakin signifikan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Pemberian limbah serbuk kaca pada campuran adukan beton berkontribusi pada peningkatan nilai kuat tekan pada sejumlah benda uji. Data tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar penambahan serbuk kaca dapat menambah kuat tekan beton. Tetapi harus juga diperhatikan bahwa penambahan serbuk kaca berlebihan dapat mengurangi nilai itu sendiri. Oleh karena itu, penggunaan serbuk kaca pada campuran beton perlu dilakukan perhitungan yang tepat dan proporsi yang sesuai agar tidak mengurangi kualitas beton secara keseluruhan. Dari ketiga variasi penambahan serbuk kaca yang paling optimal adalah sebanyak 10% dari berat semen dengan kuat tekan rata-ratanya sebesar 32,89 MPa. Namun penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk pengoptimalan penggunaan serbuk kaca pada campuran beton agar dapat mengetahui komposisi yang tepat untuk menghasilkan standar kualitas yang diharapkan.

Banyaknya jumlah serbuk kaca yang ditambahkan kedalam campuran memiliki dampak terhadap peningkatan kuat lentur pada beton. Hal ini terjadi karena adanya efek dari pengisi pada serbuk kaca yang dapat mengisi pori-pori beton dan meningkatkan kepadatannya maka kuat lenturnya akan meningkat. Penambahan serbuk kaca pada campuran adukan beton menimbulkan dapat mengurangi absorbsi air pada beton, dikarenakan efek pengisi pada serbuk kaca dapat mengisi pori-pori beton dan mengakibatkan air mempunyai lebih sedikit ruang. Benda uji dengan penambahan serbuk kaca sebanyak 0% atau tanpa serbuk kaca menunjukkan nilai daya serap air yang paling rendah.

4.2 Saran

Disarankan untuk memakai alat pengaman yang sesuai saat melakukan pengujian. Disarankan untuk memberi perhatian lebih mendalam terhadap jumlah dan kondisi serbuk kaca yang akan dipakai, mengingat sifatnya sebagai filler jika terlalu banyak dapat

mempengaruhi kualitas beton uji. Pengawasan selama proses pencampuran, khususnya saat menggabungkan bahan tambah, sangat penting untuk memastikan distribusi yang merata dan cermat mencegah distribusi merata pada bahan uji beton. Memberikan perhatian lebih pada proses pemadatan, mungkin dengan alat pemadat untuk mencapai konsolidasi yang lebih efektif. Diperlukan kebutuhan untuk penelitian yang focus pada reaksi kimia antara bahan tambah dan semen, dengan tujuan meningkatkan nilai kuat tekan.

DAFTAR PUTAKA

- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2014. *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2012, *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak Untuk Konstruksi Bangunan Gedung SNI 03-7832-2012*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Antoni, dan Paul Nugraha, 2007. *Teknologi Beton*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdock, L.J, Brook, K.M. 2003. *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat*, Terjemahan oleh Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Damayanti, I. 2011. *Spesifikasi Beton*, Jurnal Quality Control, Bandung.
- Asroni, A. 2017. *Teori Dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. “*Peraturan Beton Indonesia (PBI)*”, Dinas Pekerjaan Umum, Bandung
- Johannes Januar Sudjiati, dkk. 2014. “*Pengaruh Penggunaan Serbuk Kaca Sebagai ahan Subtitusi Agregat Halus Terhadap Sifst Mekanis Beoton*”, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ocsen Gregorius Talinusa, dkk. 2014. “*Pengaruh Dimensi Benda Uji Terhadap Kuat Tekan Beton*” Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Handy Yohanes Karwur R (2013) “*Kuat Tekan beton Dengan Bahan Tambah Subtitusi Serbuk Kaca Sebagai Subtitusi Parsial Semen.*” Universitas Samratulangi, Manado.

Hendra Purnomo (2014 “ Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah Beton”.) Universitas Bangka, Belitung.

Kusumastuti, dkk (2017) “Penambahan bubuk kaca daur ulang sebagai agregat halus terhadap kuat beton”. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan

Herbudiman (2011) “Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Powder Pada Self-Compacting Concrete”. Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Judea, R., T (2013 “Optimalisasi Konsentrasi Tailing Sebagai substitusi parsial semen terhadap Kuat tekan beton beragregat halus.”